

①٩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①٢ Offenlegungsschrift  
①٠ DE 44 04 018 A 1

⑤١ Int. Cl.<sup>٦</sup>:  
A 61 K 31/40

②١ Aktenzeichen: P 44 04 018.0  
②٢ Anmeldetag: 9. 2. 94  
④٣ Offenlegungstag: 10. 8. 95

DE 4404018 A 1

⑦١ Anmelder:  
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑦٢ Erfinder:  
Cimbollek, Monika, 64342 Seeheim-Jugenheim, DE;  
Berthold, Nies, Dr., 64407 Fränkisch-Crumbach, DE

⑤٤ Protrahiert freisetzende Darreichungsformen enthaltend Clindamycin-Palmitat

⑤٧ Die Erfindung betrifft die Verwendung von Clindamycin-Palmitat zur Herstellung pharmazeutischer Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin sowie entsprechende Darreichungsformen, die vorzugsweise in Form von Implantat-Formkörpern zum Einsatz gelangen.

DE 4404018 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 06. 95 508 032/412

7/28

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Verwendung von Clindamycin-Palmitat zur Herstellung pharmazeutischer Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin sowie entsprechenden Darreichungsformen, insbesondere in Form von Implantat-Formkörpern.

Clindamycin ist ein Antibiotikum von allgemein anerkanntem Wert. Es entfaltet besondere Effektivität gegen gram-positive Organismen wie Staphylokokken und Streptokokken sowie gegen gram-negative Anaerobier. Daher wird dieses Antibiotikum zur Behandlung eines weiten Krankheitsspektrums verwendet, wie z. B. bei der Bekämpfung von Infektionen des Verdauungstraktes, der Haut und der Weichgewebe sowie bei Osteomyelitis und bei gynäkologischen Infektionen. Weiterhin ist Clindamycin erfolgreich bei Prophylaxe und Therapie bakterieller Endokarditis eingesetzt worden.

Bei den genannten Indikationen kommt dieses Antibiotikum in Form physiologisch akzeptabler Salze wie beispielsweise Clindamycin. HCl, des Clindamycin-Phosphatesters oder auch in Form der freien Clindamycin-Base zur Anwendung.

Clindamycin ist auch in Form des Palmitat-Esters bekannt. Clindamycin-Palmitat selbst ist mikrobiologisch inaktiv. Allerdings wird es durch Enzyme des Dünndarmes leicht hydrolysiert und aus dieser Form die aktive Clindamycin-Base freigesetzt. Die Plasmahalbwertszeit des aktiven Wirkstoffes beträgt hierbei ca. 2 Stunden. Clindamycin-Palmitat hat aufgrund dieser Eigenschaft in Form des leicht in wäßrigem Medium löslichen HCl-Salzes Anwendung als rasch und kurzzeitig wirkendes Antibiotikum in Therapieformen mit oraler Verabreichung des Wirkstoffes gefunden. Der freie Clindamycin-Palmitat-Ester (also nicht in Form des HCl-Salzes) ist in wäßrigen Medien praktisch unlöslich und blieb daher bislang pharmakologisch unbedeutsam.

Überraschend wurde nun gefunden, daß die Hydrolyse von Clindamycin-Palmitat in das aktive Clindamycin nicht nur im Gastrointestinaltrakt, sondern auch an anderen Stellen des Körpers unter dem Einfluß von Körperflüssigkeiten wie Serum und Blut erfolgen kann. Mittels in-vitro-Experimenten konnte festgestellt werden, daß in Serum oder Vollblut oder unter dem Einfluß von Makrophagen aus Clindamycin-Palmitat die aktive Clindamycin-Base langsam, über einen Zeitraum von Tagen bis Wochen hinweg, mit in etwa konstanter Rate freigesetzt wird. Aufgrund dieser Befunde ergibt sich die grundsätzliche Eignung von Clindamycin-Palmitat an sich als lokal, beispielsweise an Operationswunden, zur Prophylaxe und Therapie von Infektionen einzusetzen des Depot-Antibiotikum mit protrahierter Freisetzung des Wirkstoffes Clindamycin.

Im besonderen Maße eignet sich Clindamycin-Palmitat für die Herstellung pharmazeutischer Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin.

Gegenstand der Erfindung ist somit die Verwendung von Clindamycin-Palmitat zur Herstellung pharmazeutischer Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin.

Gegenstand der Erfindung sind weiterhin pharmazeutische Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin, wobei diese Clindamycin-Palmitat enthalten.

Gegenstand der Erfindung sind insbesondere derarti-

ge pharmazeutische Darreichungsformen in Form von Implantat-Formkörpern.

Die erfindungsgemäße Eignung von Clindamycin-Palmitat als Depot-Antibiotikum für die Herstellung von Darreichungsformen mit protrahierter Wirkstofffreisetzung ergibt sich einerseits aus dessen geringer Löslichkeit in wäßrigen bzw. physiologischen Medien und andererseits aus der bislang nicht entdeckten Zugänglichkeit durch metabolisierende Vorgänge in Körperflüssigkeiten, durch die die aktive Clindamycin-Base freigesetzt wird und ihre antibiotische Wirkung entfalten kann. So ergibt sich beispielsweise aus in-vitro-Untersuchungen in Rattenblut nach einer Inkubationszeit von 4 Stunden eine Hydrolyse von Clindamycin-Palmitat zu 70% und nach 24 Stunden zu 100%. In Humanserum und in Pferdeserum sind nach diesem Zeitraum 35% des Esters in die aktive Clindamycin-Base gespalten. In-vivo-Experimente an Ratten, denen mit Clindamycin-Palmitat imprägnierte PTFE-Vliesstücke in den Oberschenkelmuskel implantiert wurden, zeigten über einen Zeitraum von 14 Tagen hinweg eine konstante bis leicht ansteigende Ausscheidung von Clindamycin-Base im Urin der Tiere, während Clindamycin-Palmitat nicht gefunden werden konnte. Außerdem konnte Clindamycin-Base, in dem das Implantat umgebenden Muskelgewebe, nachgewiesen werden.

Erfindungsgemäß kann demnach Clindamycin-Palmitat vorteilhaft in pharmazeutischen Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des Wirkstoffes Clindamycin eingesetzt werden. Derartige Darreichungsformen werden vorzugsweise in Gestalt von Implantat-Formkörpern realisiert. Vornehmlich dienen diese Implantat-Formkörper dem Knochenersatz bei der Behandlung bzw. Rekonstitution von unfall- oder krankheitsbedingten Knochendefekten. Weiterhin können entsprechende Implantat-Formkörper auch für den Ersatz anderer Organteile dienen, wie etwa als künstliche Herzklappen, Herzklappen-Nahtringe, künstliche Blutgefäße oder sonstiges chirurgisches Nahtmaterial. Implantat-Formkörper können aber auch nur als Depot-Implantate zur lokalen Wirkstofffreisetzung bei der Bekämpfung oder Prophylaxe von Infektionen dienen.

Zweckmäßigerweise enthalten derartige Implantat-Formkörper 5 bis 250 mg/cm<sup>3</sup> an Clindamycin-Palmitat. In diesem Konzentrationsbereich ist für die gängigen Indikationen eine über einen ausreichenden Zeitraum anhaltende Freisetzung wirksamer Mengen an Clindamycin gewährleistet.

Vorteilhaft ist die Kombination von Clindamycin-Palmitat mit einem oder mehreren weiteren pharmazeutischen Wirkstoffen, insbesondere solchen mit ebenfalls antibiotischer Wirkung. Hierbei können das Wirkungsspektrum ausgeweitet und/oder zeitlich und mengenmäßig unterschiedliche Freisetzungsraten der verschiedenen Antibiotika kombiniert werden.

Beispiele für derartige mit Clindamycin-Palmitat kombinierbare weitere Antibiotika sind Gentamicin-Sulfat und insbesondere das Salz von Gentamicin mit 3-p-Methoxybenzyliden-6-hydroxy-4'-methoxyflavon-6-phosphat. Letzteres Gentamicin-Salz ist schwerlöslich und stellt daher eine Depotform von Gentamicin mit protrahierter Freisetzung.

Der erfindungsgemäße Einsatz von Clindamycin-Palmitat zur Herstellung von pharmazeutischen Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung kann zweckmäßigerweise in der Art erfolgen, daß man ein geeignetes Trägermaterial, das in Gestalt eines Implantat-Formkörpers vorliegt oder zu einem solchen weiter

verarbeitet werden kann, mit Clindamycin-Palmitat imprägniert, so daß dessen freie äußere und gegebenenfalls innere Oberfläche und/oder das Matrixmaterial selbst möglichst gleichmäßig mit dem Wirkstoff beladen wird. Zweckmäßigerweise erfolgt diese Imprägnierung mit einer flüssigen, den Implantat-Formkörper gut benetzenden bzw. durchdringenden Präparation von Clindamycin-Palmitat. Eine solche flüssige Präparation kann eine Suspension oder vorzugsweise eine Lösung des Wirkstoffes sein.

Es hat sich herausgestellt, daß ein Gemisch aus 7 bis 9 Volumenteilen Tetrahydrofuran und 3 bis 1 Volumenteilen Wasser ein besonders gutes Lösungsmittel für Clindamycin-Palmitat darstellt. In derartigen Tetrahydrofuran-Wasser-Gemischen läßt sich Clindamycin bis zu etwa 33 Gew.-% lösen. Derartige Lösungsmittelgemische sind auch besonders vorteilhaft, wenn Clindamycin-Palmitat in Kombination mit der vorgenannten Depotform von Gentamicin eingesetzt werden soll. Gemäß der Deutschen Patentanmeldung P 43 14 871 sind derartige Gemische vorzügliche Lösungsmittel für dieses ansonsten nur schwerlösliche Gentamicin-Salz.

Als Trägermaterialien für Clindamycin-Palmitat und eventuelle weitere pharmazeutische Wirkstoffe kommen in erster Linie poröse Materialien in Frage, die die Wirkstofflösung gut aufsaugen können. Bevorzugt sind bioaktive und insbesondere bioresorbierbare Materialien, die vorzugsweise in Form von Implantat-Formkörpern vorliegen oder zu solchen verarbeitet werden können. Typische poröse Biomaterialien für Implantat-Formkörper sind Calciumphosphate wie insbesondere Calciumphosphatkeramiken. In der Regel bestehen diese aus Hydroxylapatit synthetischen oder natürlichen Ursprungs. Bevorzugt sind Knochenkeramiken, die aus natürlichen Knochen durch Entfernung des organischen Anteils und Sintern der Mineralphase zur Keramik gewonnen werden können. Besonders geeignet für die Imprägnierung mit Wirkstoff ist Spongiosakeramik aufgrund der naturbedingten hohen Porosität. Weitere Calciumphosphatmaterialien sind Tricalciumphosphat und Tetracalciumphosphat, die sinngemäß eingesetzt werden.

Poröse Implantat-Formkörper aus bioinierten Polymermaterialien wie beispielsweise Polytetrafluorethylen ("Teflon") oder aus Biopolymeren wie Kollagen, Gelatine, Chitin, Chitosan, Polylactiden oder Polyglykoliden können ebenfalls in erfindungsgemäßer Weise mit Clindamycin-Palmitat imprägniert werden. Vorzugsweise liegen diese Materialien in Form von saugfähigen Gebilden mit schwammartiger, vliesartiger oder Gewebestruktur oder als Gele bzw. wachsartige Massen vor. Poröse Verbundmaterialien aus Biokeramiken und Biopolymeren eignen sich ebenfalls als Wirkstoffträger.

Die Beladung der porösen Wirkstoffträger mit Clindamycin-Palmitat erfolgt zweckmäßigerweise in der Art, daß man den Träger mit der Wirkstofflösung durch vollständiges Eintauchen oder Betropfen behandelt bis das aufnahmefähige Volumen vollständig mit der Lösung gefüllt ist. Danach wird der Träger getrocknet, vorzugsweise in einem warmen Luftstrom. Die Trocknung erfolgt relativ rasch, da das Tetrahydrofuran, das den Hauptanteil des Lösungsmittelgemisches ausmacht, schnell verdunstet. Hierdurch erhalten die inneren und äußeren Oberflächen der Formkörper eine weitestgehend gleichmäßige Beschichtung mit dem Wirkstoff. Nach einer gegebenenfalls erforderlichen Sterilisation und Sterilverpackung sind die mit dem Wirkstoff beladenen Implantat-Formkörper gebrauchsfertig.

Durch eine sinngemäße Behandlung mit der Clindamycin-Palmitat-Lösung können auch unporöse oder nur oberflächenraue Implantate mit einer Wirkstoffschicht überzogen werden. Eine derartige antibiotische Beschichtung mit protrahierter Wirkstofffreisetzung kann vorteilhaft für viele Arten von Endoprothesen aus Metall, Keramik oder Kunststoff sein. Neben der hohen Wirkstoffkonzentration der Lösung zeigt diese hierbei noch den Vorteil, daß sie diese Materialien gut benetzt und gleichmäßig überzieht. Vorteilhaft ist beispielsweise die antibiotische Beschichtung des Femurschaftes von Hüftendoprothesen sowie die antibiotische Imprägnierung von Herzklappen-Nahtrungen.

In-vitro und in-in-vivo-Experimente mit Implantat-Formkörpern die Clindamycin-Palmitat enthalten, zeigen eine langanhaltende, gleichmäßige Abgabe der antibiotisch wirksamen Clindamycin-Base, während eine Abgabe des unwirksamen Clindamycin-Palmitat nicht oder nur in geringem Umfang zu verzeichnen ist.

#### Beispiel 1

Aus einer Lösung von 1 g Clindamycin-Palmitat-HCl (Firma Upjohn, USA) in 25 ml Wasser wird durch Zugabe von 10 ml einer 0,1% normalen NAOH-Lösung der Clindamycin-Palmitat-Ester ausgefällt, abfiltriert, mit Wasser gewaschen und getrocknet.

#### Beispiel 2

0,1 g des Clindamycin-Palmitat-Esters nach Beispiel 1 werden in 100 ml einer 1,5%igen flüssigen Agar-Lösung suspendiert. Nach Verfestigung werden aus der Masse Formkörper von ca. 0,725 cm<sup>3</sup> geschnitten.

Diese Formkörper werden in frischem, aktivem Humanserum eluiert. Die Clindamycin-Aktivitäten in den Eluatzen werden mikrobiologisch bestimmt. Die Ergebnisse zeigen über mehr als 20 Tage eine Freisetzung nullter Ordnung bei einer Konzentration von ca. 10 µg/ml.

#### Beispiel 3

Clindamycin-Palmitat-Ester nach Beispiel 1 wird in einem Gemisch aus 9 Volumenteilen THF und 1 Volumenteil H<sub>2</sub>O unter Rühren bei 25°C zu einer Lösung enthaltend 0,33 g/ml aufgelöst.

#### Beispiel 4

Blöcke von aus natürlicher Spongiosa hergestellten porösen Hydroxylapatitkeramiken der Abmessungen 12,5 × 12,5 × 10 mm werden durch Eintauchen mit der Lösung nach Beispiel 3 getränkt. Die mit Lösung vollgesogenen Keramikblöcke werden entnommen und innerhalb von 2 Stunden im warmen Luftstrom getrocknet. Die gebrauchsfertigen Blöcke enthalten ca. 120 mg an Clindamycin-Palmitat.

#### Beispiel 5

Kreisförmige Teflonvliese mit Durchmesser 0,5 cm und Dicke 0,2 cm werden in die Lösung nach Beispiel 3 eingetaucht bis sie sich vollständig vollgesogen haben. Danach werden sie entnommen und ca. 30 Minuten im warmen Luftstrom getrocknet. Die gebrauchsfertigen Vliese enthalten 25 mg Clindamycin-Palmitat.

## Beispiel 6

Teflonvliese nach Beispiel 5 werden in die Oberschenkelmuskulatur von 6 Ratten implantiert. Die Tiere werden in Metabolitenkäfigen gehalten. Die Freisetzung von Antibiotikum wird täglich innerhalb eines 2-Wochen-Zeitraumes im gesammelten Urin bestimmt.

Fig. 1 zeigt das Ergebnis.

Über den Versuchszeitraum wurde kein Clindamycin-Palmitat im Urin nachgewiesen, jedoch ein von 16 bis 32 µg/ml leicht ansteigender Gehalt an antibiotisch wirksamen Clindamycin.

## Beispiel 7

Segmente von Herzklappen-Nahtringen (Firma Sorin, Italien) werden zunächst mit einer Lösung aus 9 Volumenteilen THF und 1 Volumenteil H<sub>2</sub>O enthaltend 0,33 g/ml Clindamycin-Palmitat und 0,1 g/ml des Salzes von Gentamicin mit 3-p-Methoxybenzyliden-6-hydroxy-4'-methoxyflavanon-6-phosphat getränkt und getrocknet. Die Segmente werden dann in einer wäßrigen Lösung enthaltend 0,03 g/ml Gentamicin-Sulfat getaucht und erneut getrocknet. Man erhält auf diese Weise Nahtringsegmente, die 20 mg Clindamycin-Palmitat, 14 mg des schwerlöslichen Gentamicin-Salzes und 4 mg Gentamicin-Sulfat enthalten.

Diese Segmente werden in die Oberschenkelmuskulatur von 5 Ratten implantiert. Die Tiere werden in Metabolitenkäfigen gehalten. Die Freisetzung von Antibiotikum wird täglich innerhalb eines 2-Wochen-Zeitraumes im gesammelten Urin bestimmt.

Fig. 2 zeigt das Ergebnis.

Über den Versuchszeitraum wurde kein Clindamycin-Palmitat im Urin nachgewiesen, jedoch ein konstanter Gehalt von ca. 14 µg/ml an Clindamycin. Die Freisetzungskurve für Gentamicin zeigt innerhalb der ersten 24 Stunden einen initialen Spitzenwert von 290 µmg/ml, der von einer protrahierten von 38 auf 3,5 µg/ml abfallenden Freisetzung gefolgt ist.

## Patentansprüche

1. Verwendung von Clindamycin-Palmitat zur Herstellung pharmazeutischer Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin.
2. Pharmazeutische Darreichungsform mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin, dadurch gekennzeichnet, daß sie Clindamycin-Palmitat enthält.
3. Pharmazeutische Darreichungsform nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich um einen Implantat-Formkörper handelt.
4. Implantat-Formkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß dieser 5 bis 250 mg/cm<sup>3</sup> an Clindamycin-Palmitat enthält.
5. Implantat-Formkörper nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Clindamycin-Palmitat in Kombination mit einem oder mehreren weiteren pharmazeutischen Wirkstoffen, insbesondere mit antibiotischer Wirkung, enthält.
6. Implantat-Formkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Clindamycin-Palmitat in Kombination mit Gentamicin-Sulfat und/oder mit dem Salz von Gentamicin mit 3-p-Methoxybenzyliden-6-hydroxy-4'-methoxyflavanon-6-phosphat enthält.

7. Implantat-Formkörper nach den Ansprüchen 3–6, dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus einem Wirkstoffträger besteht, der mit Clindamycin-Palmitat imprägniert ist.

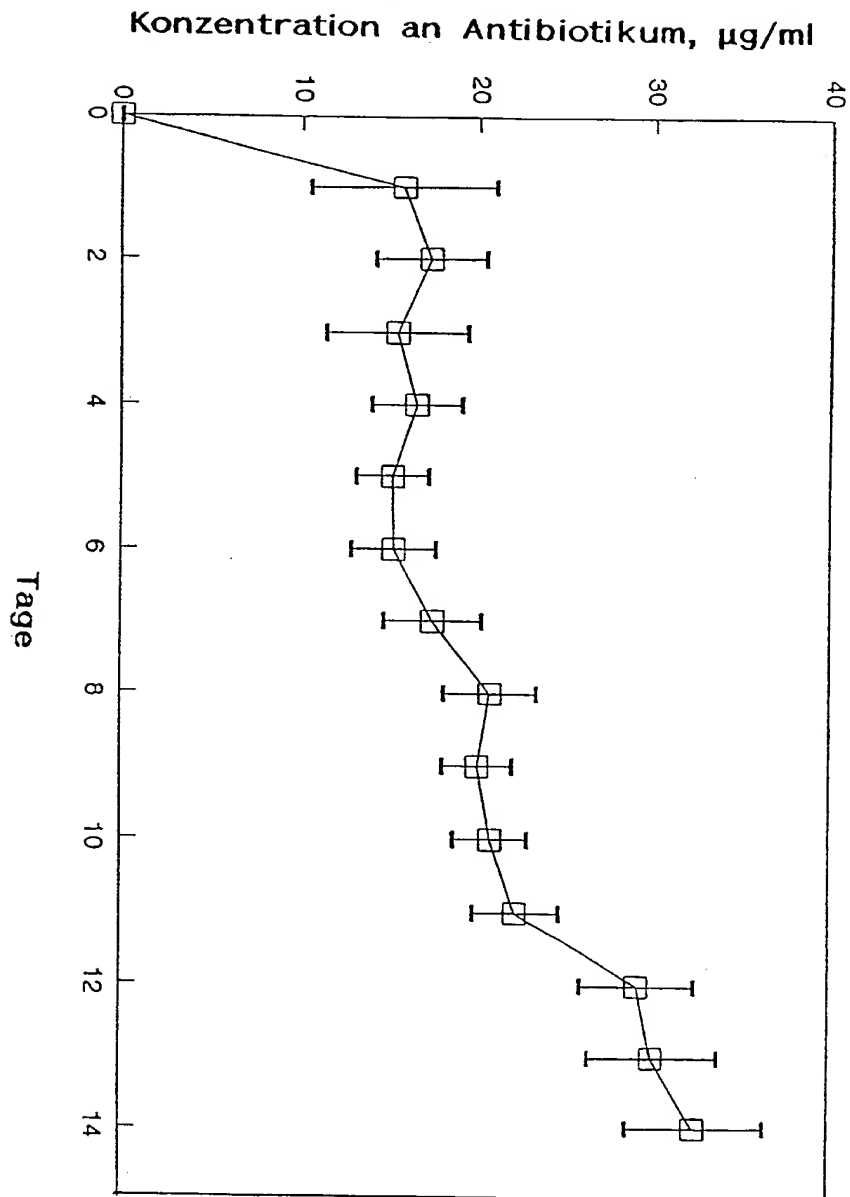
8. Implantat-Formkörper nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoffträger aus einem bioinerten oder aus einem bioresorbierbaren Polymermaterial mit schwammartiger, vliebartiger oder Gewebestruktur besteht.

9. Implantat-Formkörper nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoffträger aus einem porösen keramischen Material, insbesondere auf Basis von Calciumphosphat, besteht.

10. Verfahren zur Herstellung von implantierbaren Darreichungsformen mit protrahierter Freisetzung des antibiotischen Wirkstoffes Clindamycin, dadurch gekennzeichnet, daß man Clindamycin-Palmitat und gegebenenfalls weitere pharmazeutische Wirkstoffe in einem Gemisch aus 7–9 Volumenteilen Tetrahydrofuran und 3–1 Volumenteilen Wasser löst, mit dieser Lösung einen Wirkstoffträger behandelt, und dann das Lösungsmittel durch Trocknung entfernt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**Fig. 1**



508 032/412

Fig. 2

